



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 35 593 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 02 B 26/08**  
G 02 B 7/198

②1 Aktenzeichen: P 42 35 593.1  
②2 Anmeldetag: 22. 10. 92  
④3 Offenlegungstag: 21. 10. 93

DE 42 35 593 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
16.04.92 DE 42 12 897.8

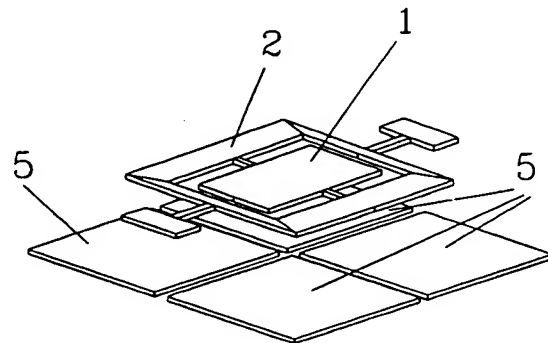
⑦1 Anmelder:  
Deutsche Technologie-Plattform Thüringen GmbH,  
O-6018 Suhl, DE

⑦4 Vertreter:  
Liedtke, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 99094 Erfurt

⑦2 Erfinder:  
Reicheneder, Detlev, 6051 Dietzhausen, DE

⑤4 Mikromechanische Ablenkeinrichtung für einen Spiegel

⑤7 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zweidimensional wirkende Ablenkvorrichtung zu schaffen, die sich durch geringe Abmessungen auszeichnet und die mit hohen Frequenzen betrieben werden kann.  
Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß der Spiegel mit einem Rahmen kardanisch aufgehängt ist, der Rahmen mittels zweier diametral angeordneter Leiterbahnen am Chip schwenkbar befestigt ist und der Spiegel mittels zweier weiterer diametral angeordneter Leiterbahnen am Rahmen befestigt ist, wobei die weiteren Leiterbahnen orthogonal zu den Leiterbahnen des Rahmens angeordnet sind.  
Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Ablenkeinrichtung für einen Spiegel, die auf einem Chip angeordnet ist, in dem sich unterhalb des Spiegels ein freigeätzter Raum befindet, unter dem Leiterbahnen zur Ansteuerung der Spiegelklippung angeordnet sind.



DE 42 35 593 A 1

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Ablenkeinrichtung für einen Spiegel, die auf einem Chip angeordnet ist, in dem sich unterhalb des Spiegels ein freigeätzter Raum befindet, unter dem Leiterbahnen zur Ansteuerung der Spiegelklippung angeordnet sind.

Im Stand der Technik sind mikromechanische Ablenkeinrichtungen bekannt, mit denen beispielsweise Lichtstrahlen um kleine Winkel abgelenkt werden können. Die Ansteuerung der Ablenkeinrichtung erfolgt im allgemeinen durch gesonderte Ansteuerungseinrichtungen, wobei die Auslenkung des Spiegels durch elektrostatische Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte bewirkt wird.

Bei der Auslenkung um zwei Achsen wird bei dem im Stand der Technik bekannten Einrichtungen entweder eine zusätzliche elektromechanische Einrichtung angebracht oder der mikromechanische Spiegel durch eine Zusatzeinrichtung in Schwingung versetzt, bevorzugt im Resonanzbereich.

Bei den bekannten Ablenkeinrichtungen, die elektromechanisch angesteuert werden, ist von Nachteil, daß aufgrund der relativ großen Massen der verwendeten Bauelemente das System träge reagiert und infolgedessen kurze Auslenkzeiten nicht realisiert werden können.

Bei den durch Zusatzeinrichtungen mit Ultraschall angeregten Ablenkeinrichtungen ist nachteilig, daß die beabsichtigten Auslenkungen zu undefinierten Tumbelbewegungen führt, wobei eine definierte Bewegung der Spiegel — insbesondere bei der Bewegung um mehrere Achsen — nicht erreicht werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zweidimensional wirkende Ablenkvorrichtung zu schaffen, die sich durch geringe Abmessungen auszeichnet und die mit hohen Frequenzen betrieben werden kann.

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß der Spiegel mit einem Rahmen kardanisch aufgehängt ist, der Rahmen mittels zweier diametral angeordneter elastischer Leiterbahnen am Chip schwenkbar befestigt ist und der Spiegel mittels zweier weiterer diametral angeordneter Leiterbahnen am Rahmen befestigt ist, wobei die weiteren Leiterbahnen orthogonal zu den Leiterbahnen des Rahmens angeordnet sind.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß in dem freigeätzten Raum vier Elektroden an den Ecken der Grundfläche des Raumes angeordnet sind.

Ferner ist es möglich, daß die Elektroden im Bereich der Verbindungslinien zwischen den Ecken der Grundfläche angeordnet sind.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung entsteht dadurch, daß der Rahmen vom Steuerstrom durchflossen wird, in dem freigeätzten Raum zwei Elektroden auf der Grundfläche des Raumes angeordnet sind und zwei stromdurchflossene Leiter außerhalb des Rahmens, vorzugsweise unterhalb desselben, angeordnet sind.

Ein besonderem Vorteil der erfindungsgemäßen Ablenkeinrichtung ist, daß die Anordnung eine definierte Ansteuerung der Bewegung in zwei Koordinaten ermöglicht. Die geringe Masse der erfindungsgemäßen Anordnung und deren kleine Abmessungen hat eine sehr geringe Trägheit der Ablenkeinrichtung zur Folge. Dadurch wird es möglich, die Spiegelauslenkung mit sehr hohen Frequenzen zu betätigen.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Spiegelanordnung,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Spiegelanordnung in Richtung A-A,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Anordnung in Richtung B-B,

Fig. 4 die Elektrodenanordnung in den Ecken des freigeätzten Raumes,

Fig. 5 die Elektrodenanordnung im Bereich der Verbindungslinien der Ecken des freigeätzten Raumes,

Fig. 6 eine Anordnung bei der die Drehbewegung um eine Koordinate durch elektromotorische Kräfte bewirkt wird,

Fig. 7 eine Anordnung bei der die Drehbewegung um eine Koordinate durch außerhalb des Bauelementes erzeugte elektromotorische Kräfte bewirkt wird.

Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung, bei der ein kardanisch aufgehängter Spiegel 1 mittels eines Rahmens 2 und von Leiterbahnen 4.2 an einem Chip 3 befestigt ist. Die Spiegelfläche sowie die Achsen und der Rahmen 2 der Anordnung werden vorzugsweise durch mikromechanische Fertigungsverfahren auf einem Substrat mit versenkten Leiterbahnen 4.1 hergestellt.

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung in einer Schnittdarstellung. Sie stellt die mit mikromechanischen Fertigungsverfahren hergestellte Unterstützung sowie das eigentliche Spiegelement und die versenkten Leitbahnen dar. Unterhalb des Spiegels 1 sind Elektroden 5 angebracht. Wird nun an die Spiegelfläche ein elektrisches Potential gegenüber den unterhalb der Spiegelanordnung Elektroden 5 aufgebracht, so kann die Spiegelfläche gegenüber den Elektroden 5 gekippt werden. Die Auslenkung des Spiegels 1 erfolgt dabei durch elektrostatische Kräfte. Die elektrostatischen Kräfte werden durch Anlegen eines elektrischen Potentials, das beispielsweise in der Größenordnung von 400 Volt liegt, erzeugt.

Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Anordnung. Hierbei sind die mit mikromechanischen Fertigungsverfahren hergestellte Unterstützung sowie das eigentliche Spiegelement und die Elektroden 5 ersichtlich.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung, bei welcher die Elektroden 5 für die Auslenkung unter den Ecken des freigeätzten Raumes angeordnet sind. Die Steuerung erfolgt wiederum durch Anlegen eines Potentials in der Größenordnung von 400 Volt.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung, bei welcher die Elektroden 5 für die Auslenkung unter den Wirkflächen des Spiegels 1 und des Rahmens 2 jeweils orthogonal zu den einzelnen Torsionsachsen angeordnet sind. Die Steuerung erfolgt auch hierbei durch Anlegen eines Potentials von ca. 400 Volt.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung, bei der die Auslenkung des Spiegels um Achse in der oben beschriebenen Art erfolgt. Die Auslenkung um die zweite Achse erfolgt hier durch eine elektromotorische Komponente. Diese Kraftwirkung wird durch eine Potentialdifferenz über den Rahmen 2 und einen damit verbundenen Stromfluß durch die Schenkel des Rahmens 2 in Wechselwirkung mit einem äußeren Magnetfeld, hier erzeugt durch stromdurchflossene Leiter 6, induziert.

Fig. 7 zeigt eine Anordnung, bei der ebenfalls die Auslenkung um die zweite Achse durch eine elektromotorische Komponente erfolgt. Diese Kraftwirkung wird auch hierbei durch eine Potentialdifferenz über den

Rahmen 2 und einen damit verbundenen Stromfluß durch die Schenkel des Rahmens 2 in Wechselwirkung mit einem äußeren Magnetfeld induziert. Das Magnetfeld wird in diesem Fall jedoch durch eine außerhalb des mikromechanischen Elementes angeordnete Baugruppe 7 erzeugt.

#### Patentansprüche

1. Mikromechanische Ablenkeinrichtung für einen Spiegel, die auf einem Chip angeordnet ist, in dem sich unterhalb des Spiegels ein freigeätzter Raum befindet, unter dem Leiterbahnen zur Ansteuerung der Spiegelkipfung angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß
  - der Spiegel (1) mit einem Rahmen (2) kardanischn aufgehängt ist,
  - der Rahmen (2) mittels zweier diametral angeordneter Leiterbahnen (4.2) am Chip (3) schwenkbar befestigt ist und
  - der Spiegel (1) mittels zweier weiterer diametral angeordneter Leiterbahnen (4.2) am Rahmen (2) befestigt ist, wobei die weiteren Leiterbahnen (4.2) orthogonal zu den Leiterbahnen des Rahmens (2) angeordnet sind.
2. Mikromechanische Ablenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unter dem freigeätzten Raum vier Elektroden (5) an den Ecken der Grundfläche des Raumes angeordnet sind.
3. Mikromechanische Ablenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) im Bereich der Verbindungslinien zwischen den Ecken der Grundfläche angeordnet sind.
4. Mikromechanische Ablenkeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
  - der Rahmen (2) vom Steuerstrom durchflossen wird,
  - unter dem freigeätzten Raum zwei Elektroden (5) auf der Grundfläche des Raumes angeordnet sind und
  - stromdurchflossene Leiter (6) außerhalb des Rahmens (2), vorzugsweise unterhalb desselben, angeordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 4

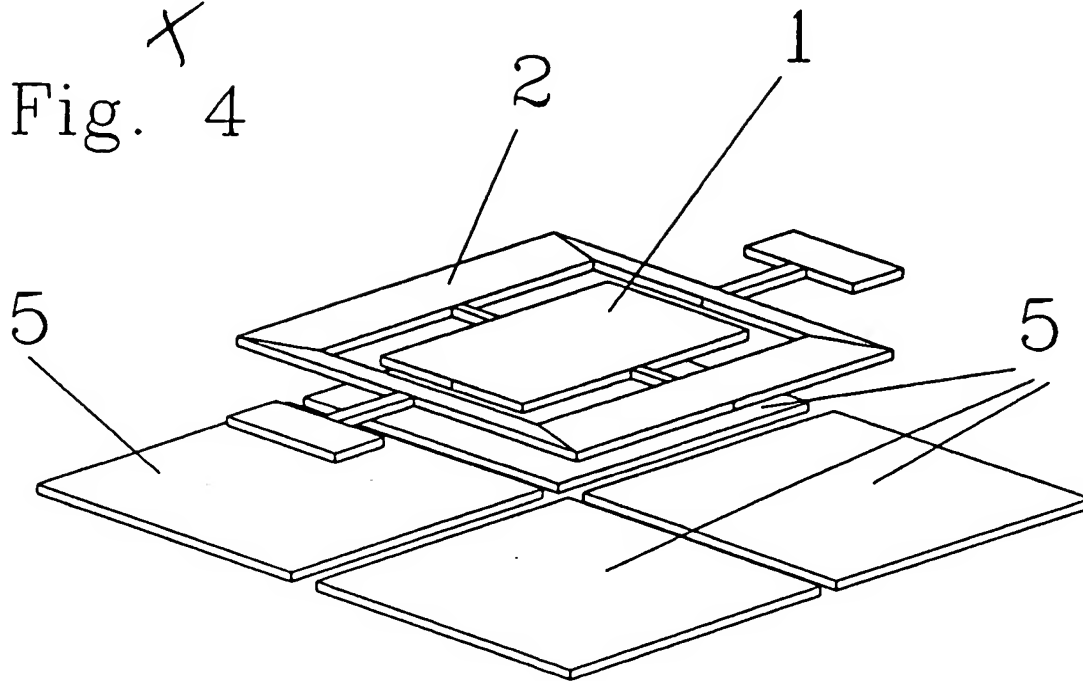


Fig. 5

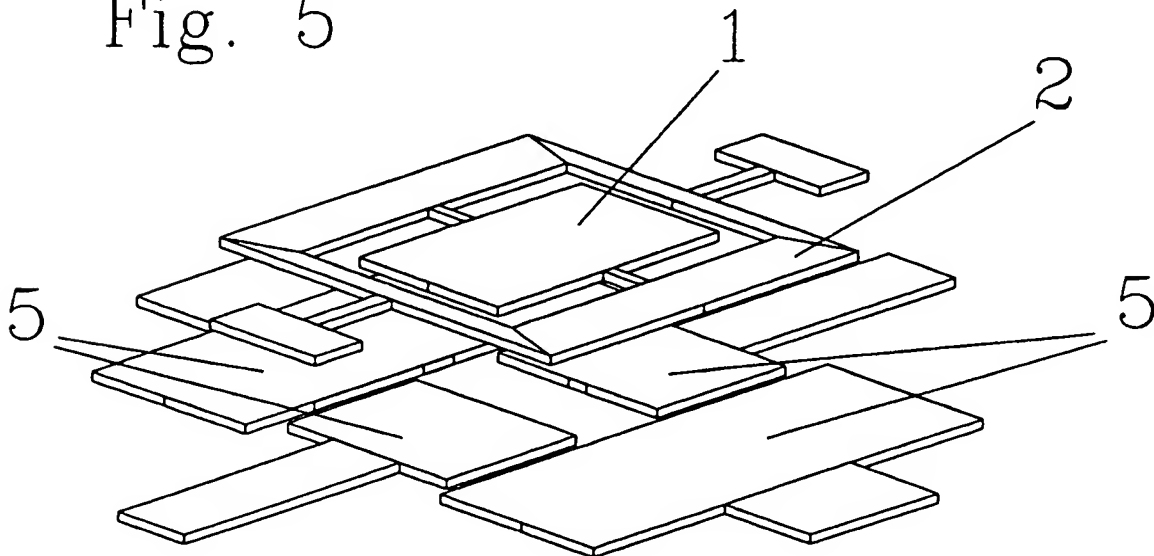


Fig. 1

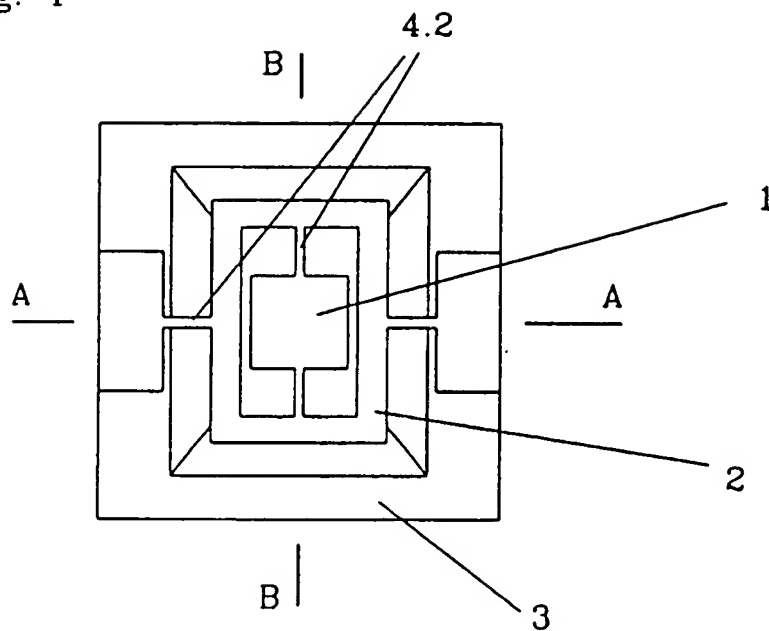


Fig. 2

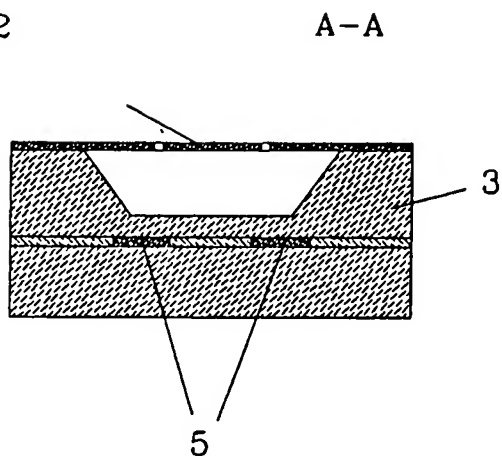


Fig. 3

B-B

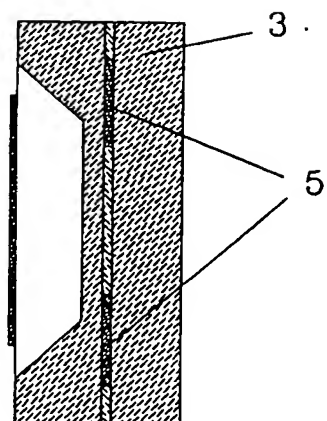


Fig. 6

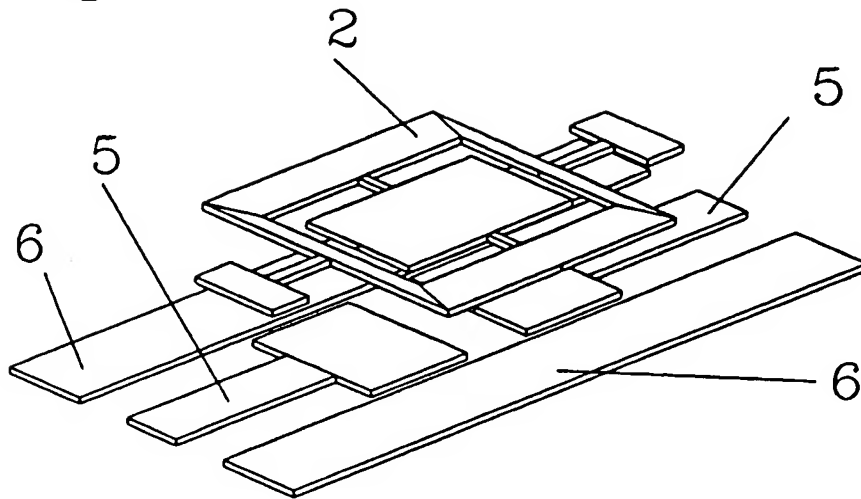


Fig. 7

